


ZOOM LENS

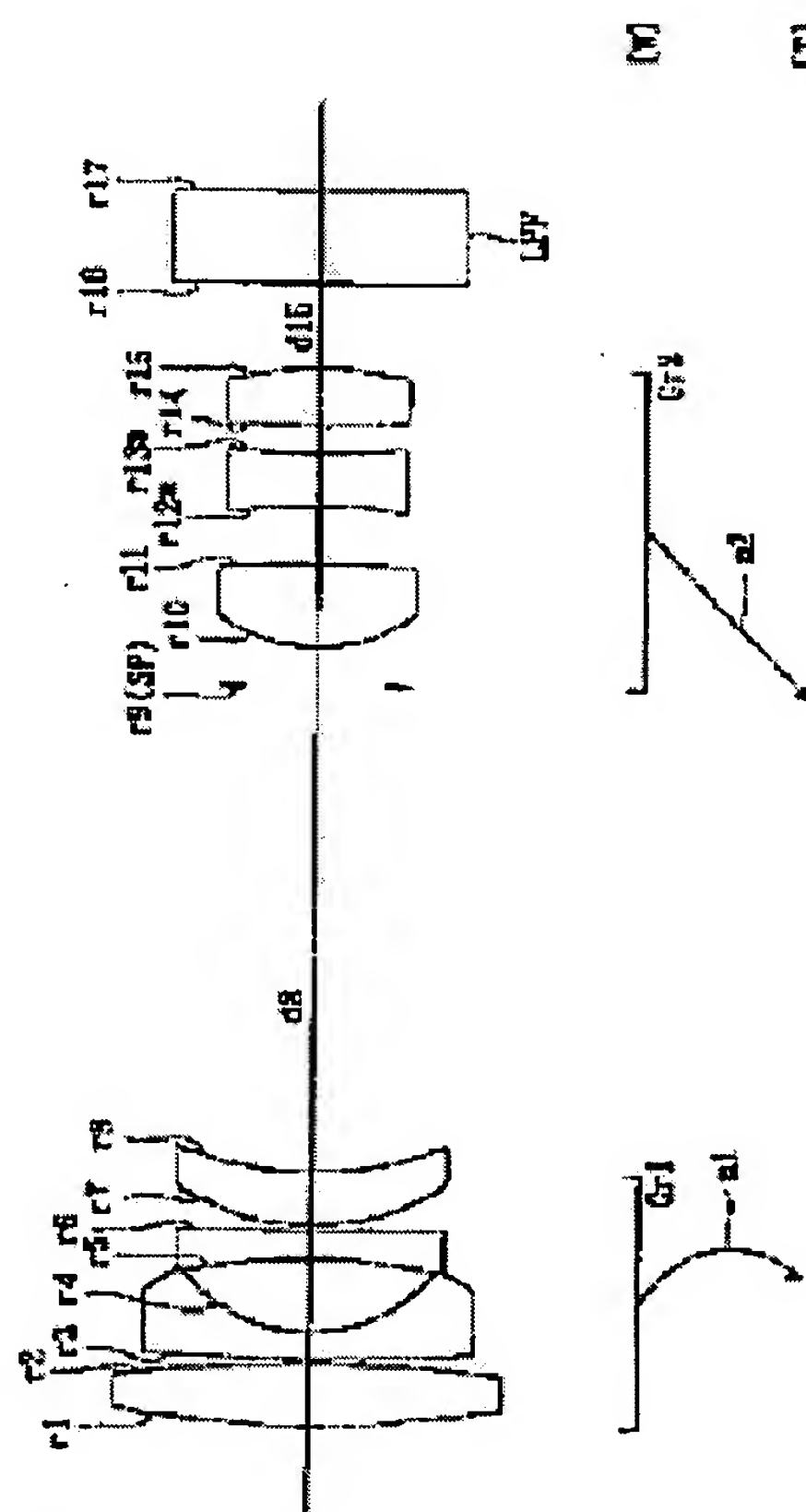
Patent number: JP2000275520
Publication date: 2000-10-06
Inventor: ISONO MASAFUMI
Applicant: MINOLTA CO LTD
Classification:
- international: G02B15/16; G02B13/18; G02B15/163
- european:
Application number: JP19990079190 19990324
Priority number(s):

Also published as:

 JP2000275520 (A)

Abstract of JP2000275520

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens which has high performance and is small-sized and inexpensive by equipping a 1st lens group with a positive lens most on the object side and composing a 2nd lens group of three lenses.
SOLUTION: The 1st lens group Gr1 having negative power is composed of a biconvex positive lens, a negative meniscus lens which is concave to the image side, a biconcave negative lens, and a positive meniscus lens which is convex to the object side in order from the object side. The 2nd lens group Gr2 having positive power is composed of a biconvex positive lens, a biconcave lens (whose surfaces are both aspherical), and a biconvex positive lens. Preferably, $0.1 < \text{FF}/F1 < 0.6$ holds. Here, FF is the focal length of the 1st lens group and F1 is the focal length of the positive lens most on the object side in the 1st lens group. Thus, the positive lens is arranged most on the object side of the 1st lens group Gr1 to excellently correct distortion, specially, the distortion on the short-focal-length side.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-275520

(P2000-275520A)

(43)公開日 平成12年10月6日(2000.10.6)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 15/16
13/18
15/163

G 0 2 B 15/16
13/18
15/163

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平11-79190

(22)出願日

平成11年3月24日(1999.3.24)

(71)出願人

000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者

磯野 雅史

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人

100085501

弁理士 佐野 静夫

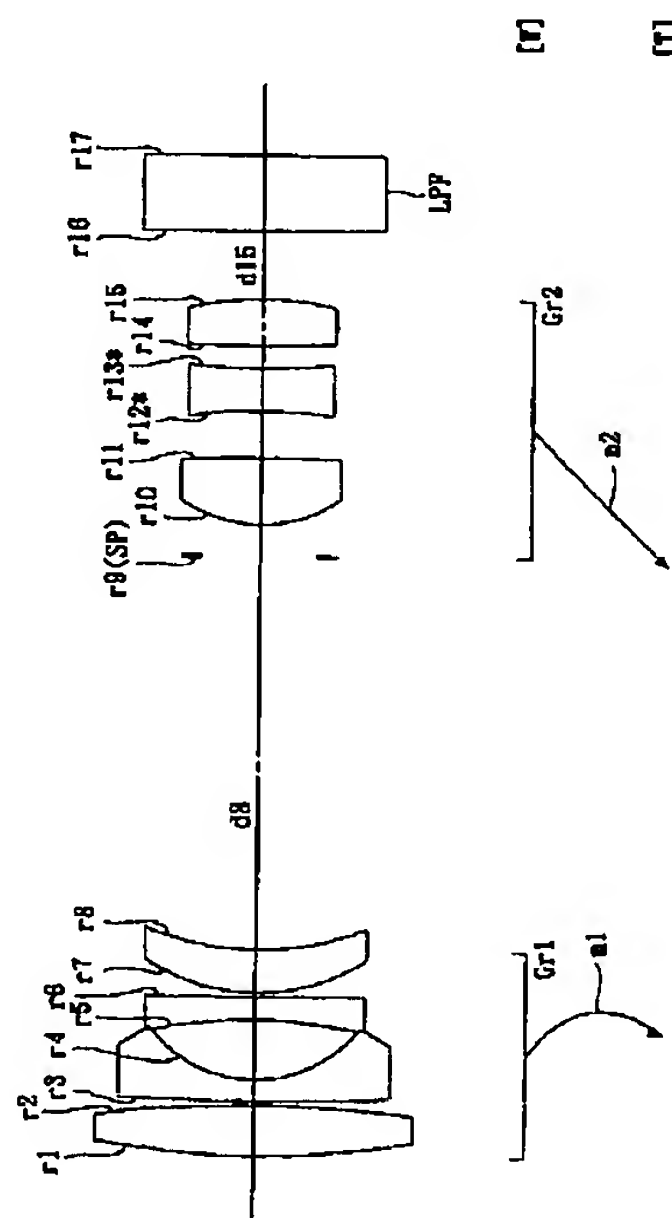
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 高性能で小型・安価なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に、負の第1レンズ群(Gr1)、正の第2レンズ群(Gr2)から成る。第1、第2レンズ群(Gr1,Gr2)の間隔d8を変えることにより変倍が行われる。第1レンズ群(Gr1)は正負負正のレンズ構成を有し、第2レンズ群(Gr2)は正負正の3枚のレンズから成る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、を少なくとも備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群が最も物体側に正レンズを有し、前記第2レンズ群が3枚のレンズから成ることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 更に以下の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \cdots (1)$$

ただし、

FF：第1レンズ群の焦点距離、

F1：第1レンズ群中最も物体側の正レンズの焦点距離、である。

【請求項3】 前記第1レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第1レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項5】 前記第1レンズ群が球面レンズのみから成ることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項6】 更に以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ；

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots (2)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FF：第1レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項7】 前記第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項8】 更に以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項7記載のズームレンズ；

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FR：第2レンズ群の焦点距離、

FN：第2レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

【請求項9】 前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群のみから成る2群ズームレンズであることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項10】 前記第2レンズ群の像側に、正のパワーを有する第3レンズ群を更に備えた3群ズームレンズであることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項11】 更に以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項10記載のズームレンズ；

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots (4)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FC：第3レンズ群の焦点距離、

である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関するものであり、特にデジタルスチルカメラに適した、小型で安価なズームレンズに関するものである。

【0002】

10 【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータの普及に伴い、手軽に画像を取り込めるデジタルスチルカメラが普及しつつある。このようなデジタルスチルカメラの普及に伴い、より安価なデジタルスチルカメラが求められており、撮影光学系にもより一層のコストダウンが要望されている。一方、光電変換素子の画素数は年々増加の傾向にあり、撮影光学系にはより高性能なものが求められている。したがって、コストダウンと高性能化という相反する要求に応じていく必要がある。以上のような要望に対し、特開平10-282416号公報等に記載されているようにコンパクトで、CCD(Charge Coupled Device)を有するカメラに用いるためのズームレンズが数多く提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に記載されているズームレンズでは、第1レンズ群に径の大きな非球面レンズが用いられているため、結果としてコストアップになってしまっている。

【0004】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、高性能で小型・安価なズームレンズを提供することを目的とする。

30 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明のズームレンズは、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、を少なくとも備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変えることにより変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群が最も物体側に正レンズを有し、前記第2レンズ群が3枚のレンズから成ることを特徴とする。

40 【0006】第2の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、更に以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \cdots (1)$$

ただし、

FF：第1レンズ群の焦点距離、

F1：第1レンズ群中最も物体側の正レンズの焦点距離、

である。

【0007】第3の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを

50

特徴とする。

【0008】第4の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする。

【0009】第5の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群が球面レンズのみから成ることを特徴とする。

【0010】第6の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、更に以下の条件式(2)を満足する

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots (2)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FF：第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0011】第7の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第2レンズ群が、物体側から順に、正レンズ、負レンズ及び正レンズから成ることを特徴とする。

【0012】第8の発明のズームレンズは、上記第7の発明の構成において、更に以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FR：第2レンズ群の焦点距離、

FN：第2レンズ群中の負レンズの焦点距離、

である。

【0013】第9の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群のみから成る2群ズームレンズであることを特徴とする。

【0014】第10の発明のズームレンズは、上記第1の発明の構成において、前記第2レンズ群の像側に、正のパワーを有する第3レンズ群を更に備えた3群ズームレンズであることを特徴とする。

【0015】第11の発明のズームレンズは、上記第10の発明の構成において、更に以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots (4)$$

ただし、

FW：広角端での全系の焦点距離、

FC：第3レンズ群の焦点距離、

である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施したズームレンズを、図面を参照しつつ説明する。図1～図6は、第1～第6の実施の形態のズームレンズにそれぞれ対応するレンズ構成図であり、広角端[W]でのレンズ配置を示している。各レンズ構成図中の矢印mj(j=1,2,3)は、広

角端[W]から望遠端[T]へのズーミングにおける第jレンズ群(Grj)の移動をそれぞれ模式的に示している。また、各レンズ構成図中、ri(i=1,2,3,...)が付された面は物体側から数えてi番目の面であり、riに*印が付された面は非球面である。di(i=1,2,3,...)が付された軸上面間隔は、物体側から数えてi番目の軸上面間隔のうち、ズーミングにおいて変化する可変間隔である。

【0017】各実施の形態はいずれも、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、正のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、を少なくとも備え、第1レンズ群(Gr1)と第2レンズ群(Gr2)との間隔を変えることにより変倍を行う、デジタルスチルカメラに適したズームレンズである。また、第1～第4の実施の形態は、第1レンズ群(Gr1)及び第2レンズ群(Gr2)のみから成る2群ズームレンズであり、第5、第6の実施の形態は、第2レンズ群(Gr2)の像側に、正のパワーを有する第3レンズ群(Gr3)を更に備えた3群ズームレンズである。いずれの実施の形態においても、第1レンズ群(Gr1)と第2レンズ群(Gr2)との間には、第2レンズ群(Gr2)と共にズーム移動する絞り(SP)が配置されており、また、最も像側にはローパスフィルター(LPF)が配置されている。

【0018】《第1の実施の形態(図1、正負正正-正負正)》第1の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、両凹の負レンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0019】《第2の実施の形態(図2、正負正正-正負正)》第2の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0020】《第3、第4の実施の形態(図3、図4；正負正-正負正)》第3、第4の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、両凹の負レンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。

【0021】《第5の実施の形態(図5、正負正正-正負正-正)》第5の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レン

ズ群(Gr1)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、両凸の正レンズと、で構成されている。第3レンズ群(Gr3)は、像側に凸の正メニスカスレンズで構成されている。

【0022】《第6の実施の形態(図6、正負正-正負正-正)》第6の実施の形態において、各レンズ群は物体側から順に以下のように構成されている。第1レンズ群(Gr1)は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹の負レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第2レンズ群(Gr2)は、両凸の正レンズと、像側に凹の負メニスカスレンズ(両面が非球面)と、物体側に凸の正メニスカスレンズと、で構成されている。第3レンズ群(Gr3)は、両凸の正レンズで構成されている。

【0023】上記のようにいずれの実施の形態も、第1レンズ群(Gr1)が最も物体側に正レンズを有しており、第2レンズ群(Gr2)が3枚のレンズから成っている。このように、最も物体側に、負のパワーを有する第1レンズ群(Gr1)と、正のパワーを有する第2レンズ群(Gr2)と、を少なくとも備えたズームレンズにおいて、第1レンズ群(Gr1)の最も物体側に正レンズを配置することにより、歪曲収差、特に短焦点距離側の歪曲収差を良好に補正することが可能となる。特に、正レンズを配置することにより、第1レンズ群(Gr1)の最も物体側に非球面を配置せずに短焦点距離側での歪曲収差を補正することが可能となるため、第1レンズ群(Gr1)の光学性能を劣化させることなく、高価な非球面レンズの使用を削減することができ、光学系のコストダウンに極めて有効である。

【0024】また、さらに第2レンズ群(Gr2)を3枚のレンズで構成することにより、第2レンズ群(Gr2)をコンパクトかつ軽量に構成することが可能となるため、第1レンズ群(Gr1)が負のパワーを有するズームレンズの場合、ズーミングに際して移動量の大きい第2レンズ群(Gr2)の駆動系の負担を軽減することができ、光学ユニットのコストダウンに有効である。そして、第2レンズ群(Gr2)を正負正の3枚のレンズで構成することにより、全ズーム域にわたって非点収差の変化を小さくすることが可能となる。また、更に良好な収差補正を行う上では、第2レンズ群(Gr2)中の負レンズに非球面を設けることが望ましい。

【0025】第1レンズ群(Gr1)を物体側から順に正負正の3枚のレンズで構成することにより、歪曲収差とコマ収差とをバランス良く補正する大きな効果を得ることができる。さらに、第1レンズ群(Gr1)を物体側から順に正負正の4枚のレンズで構成することにより、正負正の3枚構成の場合よりも、更に良好に歪曲収差とコマ

収差との補正のバランスを図ることが可能となる。ただし、4枚構成の方が当然、レンズ枚数は増加するので、第1レンズ群(Gr1)の構成として、3、4枚構成のいずれを採用するかは、光学系に要求されている性能要因と、コストあるいはスペース等の要因に鑑みて適宜選択すればよい。

【0026】第1レンズ群(Gr1)を球面レンズのみで構成することにより、非球面レンズを用いている光学系と比較して大幅なコストダウンが可能となる。特に、第1レンズ群(Gr1)が負のパワーを有するズームレンズ系において、明るいレンズ系を実現しようとする場合、第1レンズ群(Gr1)の有効径が大きくなる傾向にある。有効径の大きなレンズを非球面レンズとする場合、ガラス非球面レンズでは、多大なコストアップを避けることができない。また、非球面レンズをプラスチックレンズとすると環境温度に対する焦点距離変化が大きく、近年、高画質化が求められているデジタルスチルカメラの光学系としての信頼性の点で不満が大きい。したがって、第1レンズ群(Gr1)を球面レンズのみで構成することにより、高価なガラス非球面レンズを用いる必要がなくなるため、大幅なコストダウンが可能となるのである。

【0027】ズームレンズを負正の2成分ズームとすることにより、鏡胴の構成、特にズームの移動構成が簡単になり、光学ユニット全体のコストダウンにつながる。また、ズームレンズを負正正の3成分ズームとすることにより、負正の2成分ズームの場合と比較して、より像側にテレセントリック性を確保することが可能となるため、特にマイクロレンズを有する高画素化の固体撮像素子を使用する際の周辺部分の照度確保に有利となる。

【0028】《望ましい条件》次に、各実施の形態のズームレンズが満足すべき条件式を説明する。なお、各実施の形態が以下に示す全ての条件式を同時に満たす必要はなく、個々の条件式をそれぞれ単独に満足すれば、対応する作用効果を達成することが可能である。もちろん、複数の条件式を満足する方が、光学性能、小型化、組立等の観点からより望ましいことはいうまでもない。

【0029】以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$0.1 < |FF/F1| < 0.6 \quad \cdots (1)$$

ただし、

FF: 第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

F1: 第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの焦点距離、
である。

【0030】条件式(1)は、主に歪曲収差とコマ収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(1)の下限を超えると、負の歪曲収差が大きくなる。逆に、条件式(1)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0031】以下の条件式(2)を満足することが望まし

い。

$$0.2 < |FW/FF| < 0.8 \quad \cdots (2)$$

ただし、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

FF：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

である。

【0032】条件式(2)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(2)の下限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大及び前玉径の増大を招いてしまう。逆に、条件式(2)の上限を超えると、第1レンズ群(Gr1)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。

【0033】以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.5 < |FR/FN| < 1.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FR：第2レンズ群(Gr2)の焦点距離、

FN：第2レンズ群(Gr2)中の負レンズの焦点距離、

である。

【0034】条件式(3)は、主にコマ収差をバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(3)の下限を超えると、コマ収差が悪化して高次の倍率色収差への悪影響が大きくなる。逆に、条件式(3)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0035】以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$0.01 < FW/FC < 0.61 \quad \cdots (4)$$

ただし、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

FC：第3レンズ群(Gr3)の焦点距離、

である。

【0036】条件式(4)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(4)の下限を超えると、第3レンズ群(Gr3)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大及び前玉径の増大を招いてしまう。逆に、条件式(4)の上限を超えると、第3レンズ群(Gr3)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。

【0037】以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$-0.6 < (r1A + r1B) / (r1A - r1B) < 2.0 \quad \cdots (5)$$

ただし、

r1A：第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの物体側面の曲率半径、

r1B：第1レンズ群(Gr1)中最も物体側の正レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0038】条件式(5)は、主に歪曲収差とコマ収差とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(5)の下限を超えると、負の歪曲収差が大きくなる。逆に、条件式(5)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0039】以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$0.2 < |FF/FP| < 1.0 \quad \cdots (6)$$

ただし、

FF：第1レンズ群(Gr1)の焦点距離、

FP：第1レンズ群(Gr1)中最も像側の正レンズの焦点距離、

である。

【0040】条件式(6)は、主にコマ収差をバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式(6)の下限を超えると、コマ収差が悪化して高次の倍率色収差への悪影響が大きくなる。逆に、条件式(6)の上限を超えると、コマ収差が悪化して非点収差への悪影響が大きくなる。

【0041】以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$0.5 < TR/FW < 2.0 \quad \cdots (7)$$

ただし、

TR：第2レンズ群(Gr2)の最も物体側面から最も像側面までの距離、

FW：広角端[W]での全系の焦点距離、

である。

【0042】条件式(7)は、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件範囲を規定している。条件式(7)の下限を超えると、第2レンズ群(Gr2)のパワーが強くなりすぎるため、全長短縮には有利となるが、オーバー側への像面の倒れが著しくなる。逆に、条件式(7)の上限を超えると、第2レンズ群(Gr2)のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利となるが、全長の増大を招いてしまう。

【0043】以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$1 < \text{img} \times R < 20 \quad \cdots (8)$$

ただし、

img：最大像高、

R：最も像側の面の有効径(直径)、

である。

【0044】条件式(8)は、主に光学系の大きさ及び収差並びにビデオカメラ特有の条件を、適切に保つための条件範囲を規定している。ビデオカメラに用いられる固体撮像素子(例えばCCD)には、一般に集光性を上げるためのマイクロレンズが各受光素子の前面に設けられている。マイクロレンズの特性を十分に発揮させるためには、マイクロレンズの光軸に対して略平行(つまり各受

光素子の受光面に対して略垂直)に光束を入射させる必要がある。そのためには、撮影光学系が像側にテレセントリックであることが要求される。条件式(8)の上限を超えると、略テレセントリックであることが必要以上となり、負の歪曲収差が大きくなるとともに像面のアンダー側への倒れが著しくなる。逆に、条件式(8)の下限を超えると、略テレセントリックであることを満足することが困難になり、満足したとしてもバックフォーカスが必要以上に長くなるため、光学系自体の大型化を招いてしまう。

【0045】なお、第1～第6の実施の形態を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)のみで構成されているが、これに限らない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等で、各レンズ群を構成してもよい。

【0046】

【実施例】以下、本発明を実施したズームレンズの構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更*

$$X(H) = (C \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - C^2 \cdot H^2}\} + (A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}) \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

X(H)：高さHの位置での光軸方向の変位量(面頂点基準)、

H：光軸に対して垂直な方向の高さ、

C：近軸曲率、

Ai：i次の非球面係数、

である。

【0049】図7～図12は実施例1～実施例6にそれぞれ対応する収差図であり、[W]は広角端、[M]はミドル、[T]は望遠端における諸収差(左から順に、球面収差等、非点収差、歪曲収差)を示している(Y'：最大像高)。また、各収差図中、実線(d)はd線に対する収差、一点鎖線(g)はg線に対する収差、二点鎖線(c)はc線に対する収差、破線(SC)は正弦条件を表しており、破線(DM)はメリディオナル面でのd線に対する非点収差、実線(DS)はサジタル面でのd線に対する非点収差を表わしている。

【0050】

*に具体的に説明する。なお、以下に挙げる実施例1～6は、前述した第1～第6の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1～第6の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図6)は、対応する実施例1～6のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0047】各実施例のコンストラクションデータにおいて、ri(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の面の曲率半径、di(i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の軸上面間隔を示しており、Ni(i=1,2,3,...)、 ν_i (i=1,2,3,...)は物体側から数えてi番目の光学要素のd線に対する屈折率(Nd)、アッベ数(ν_d)を示している。また、コンストラクションデータ中、ズーミングにおいて変化する軸上面間隔は、広角端(短焦点距離端)[W]～ミドル(中間焦点距離状態)[M]～望遠端(長焦点距離端)[T]での可変空気間隔である。各焦点距離状態[W],[M],[T]に対応する全系の焦点距離f及びFナンバーFNOを併せて示す。

【0048】曲率半径riに*印が付された面は、非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。各非球面の非球面データを他のデータと併せて示し、条件式対応値を表1に示す。

《実施例 1》

f=8.24~13.02~20.58, FNO=3.90~4.60~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 42.348
 d1= 2.351 N1=1.75450 ν 1= 51.57
 r2= -65.454
 d2= 0.200
 r3= 127.984
 d3= 1.000 N2=1.78831 ν 2= 47.32
 r4= 6.406
 d4= 2.756
 r5= -26.940
 d5= 1.082 N3=1.48749 ν 3= 70.44
 r6= 258.614
 d6= 0.200
 r7= 9.913
 d7= 1.977 N4=1.84666 ν 4= 23.82
 r8= 14.477
 d8= 18.351~9.204~3.411
 r9= ∞ (SP)
 d9= 1.500
 r10= 6.737
 d10= 3.150 N5=1.48749 ν 5= 70.44
 r11= -84.544
 d11= 2.170
 r12*=-39.380
 d12= 2.020 N6=1.84506 ν 6= 23.66
 r13*= 34.078
 d13= 1.060
 r14= 63.053
 d14= 2.200 N7=1.51823 ν 7= 58.96
 r15= -15.366
 d15= 3.190~8.155~16.010
 r16= ∞
 d16= 3.480 N8=1.51680 ν 8= 64.20
 r17= ∞

【0051】[第12面(r12)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000$ A4=-0.61201 $\times 10^{-3}$ A6= 0.59746 $\times 10^{-5}$ A8=-0.24463 $\times 10^{-6}$ A10=-0.49318 $\times 10^{-9}$ A12=-0.88892 $\times 10^{-12}$

【0052】[第13面(r13)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000$ A4=-0.48791 $\times 10^{-4}$ A6= 0.16377 $\times 10^{-4}$ A8= 0.10555 $\times 10^{-6}$ A10= 0.39502 $\times 10^{-10}$ A12=-0.49995 $\times 10^{-12}$

【0053】

《実施例 2》

f=7.72~12.60~20.58, FNO=3.70~4.50~5.77

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 61.495
 d1= 2.264 N1=1.75450 ν 1= 51.57
 r2= -57.901
 d2= 0.200
 r3= 82.677
 d3= 1.000 N2=1.78831 ν 2= 47.32
 r4= 6.107
 d4= 2.854
 r5= -29.879
 d5= 1.000 N3=1.48749 ν 3= 70.44
 r6= 51.210
 d6= 0.200
 r7= 10.130
 d7= 2.058 N4=1.84666 ν 4= 23.82
 r8= 16.993
 d8= 18.531~9.145~3.386
 r9= ∞ (SP)
 d9= 1.500
 r10= 7.006
 d10= 2.941 N5=1.48749 ν 5= 70.44
 r11= -27.376
 d11= 1.318
 r12*= 62.883
 d12= 1.923 N6=1.84506 ν 6= 23.66
 r13*= 13.427
 d13= 2.997
 r14= 242.470
 d14= 1.764 N7=1.51823 ν 7= 58.96
 r15= -16.297
 d15= 3.000~8.541~17.605
 r16= ∞
 d16= 3.480 N8=1.51680 ν 8= 64.20
 r17= ∞

【0054】[第12面(r12)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000$ 40 A4=-0.58746 $\times 10^{-3}$ A6= 0.16863 $\times 10^{-5}$ A8=-0.31408 $\times 10^{-6}$ A10= 0.37284 $\times 10^{-7}$ A12=-0.23694 $\times 10^{-8}$

【0055】[第13面(r13)の非球面データ]

 $\varepsilon = 1.0000$ A4=-0.10910 $\times 10^{-3}$ A6= 0.13363 $\times 10^{-4}$ A8= 0.42174 $\times 10^{-7}$ 50 A10=-0.12506 $\times 10^{-7}$

$$A12 = 0.16770 \times 10^{-8}$$

【0056】《実施例3》

$$f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58, FNO = 3.95 \sim 4.65 \sim 5.77$$

【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッベ数】

$$r1 = -114.361$$

$$d1 = 2.045 \quad N1 = 1.78100 \quad \nu 1 = 44.55$$

$$r2 = -29.531$$

$$d2 = 0.426$$

$$r3 = -648.092$$

$$d3 = 1.000 \quad N2 = 1.78100 \quad \nu 2 = 44.55$$

$$r4 = 6.661$$

$$d4 = 3.041$$

$$r5 = 8.253$$

$$d5 = 2.081 \quad N3 = 1.79850 \quad \nu 3 = 22.60$$

$$r6 = 10.599$$

$$d6 = 19.325 \sim 9.638 \sim 3.504$$

$$r7 = \infty(\text{SP})$$

$$d7 = 1.500$$

$$r8 = 6.737$$

$$d8 = 3.150 \quad N4 = 1.48749 \quad \nu 4 = 70.44$$

$$r9 = -84.544$$

$$d9 = 2.170$$

$$r10* = -55.975$$

$$d10 = 2.020 \quad N5 = 1.84506 \quad \nu 5 = 23.66$$

$$r11* = 26.163$$

$$d11 = 1.060$$

$$r12 = 63.053$$

$$d12 = 2.200 \quad N6 = 1.51823 \quad \nu 6 = 58.96$$

$$r13 = -15.366$$

$$d13 = 3.013 \sim 7.743 \sim 15.222$$

$$r14 = \infty$$

$$d14 = 3.480 \quad N7 = 1.51680 \quad \nu 7 = 64.20$$

$$r15 = \infty$$

【0057】【第10面(r10)の非球面データ】

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.71098 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.17639 \times 10^{-6}$$

$$A8 = 0.84557 \times 10^{-6}$$

$$A10 = -0.28993 \times 10^{-9}$$

$$A12 = -0.79492 \times 10^{-8}$$

【0058】【第11面(r11)の非球面データ】

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.19528 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.23130 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.59546 \times 10^{-7}$$

$$A10 = -0.60618 \times 10^{-8}$$

$$A12 = -0.35085 \times 10^{-9}$$

【0059】

《実施例4》

$$f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58, FNO = 3.95 \sim 4.65 \sim 5.77$$

【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッベ数】

$$r1 = -107.105$$

$$d1 = 2.046 \quad N1 = 1.78100 \quad \nu 1 = 44.55$$

$$r2 = -28.961$$

$$d2 = 0.200$$

$$r3 = -653.168$$

$$d3 = 1.000 \quad N2 = 1.78100 \quad \nu 2 = 44.55$$

$$10 \quad r4 = 6.862$$

$$d4 = 3.189$$

$$r5 = 8.543$$

$$d5 = 2.093 \quad N3 = 1.79850 \quad \nu 3 = 22.60$$

$$r6 = 11.021$$

$$d6 = 20.185 \sim 9.966 \sim 3.495$$

$$r7 = \infty(\text{SP})$$

$$d7 = 1.500$$

$$r8 = 6.536$$

$$d8 = 2.894 \quad N4 = 1.48749 \quad \nu 4 = 70.44$$

$$20 \quad r9 = -177.629$$

$$d9 = 2.253$$

$$r10* = -172.259$$

$$d10 = 1.500 \quad N5 = 1.84506 \quad \nu 5 = 23.66$$

$$r11* = 19.775$$

$$d11 = 1.827$$

$$r12 = 39.239$$

$$d12 = 1.862 \quad N6 = 1.51823 \quad \nu 6 = 58.96$$

$$r13 = -18.668$$

$$d13 = 3.000 \sim 7.626 \sim 14.941$$

$$30 \quad r14 = \infty$$

$$d14 = 3.480 \quad N7 = 1.51680 \quad \nu 7 = 64.20$$

$$r15 = \infty$$

【0060】【第10面(r10)の非球面データ】

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.73963 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.13926 \times 10^{-5}$$

$$A8 = 0.64428 \times 10^{-6}$$

$$A10 = -0.29946 \times 10^{-7}$$

$$A12 = -0.20662 \times 10^{-8}$$

40 【0061】【第11面(r11)の非球面データ】

$$\varepsilon = 1.0000$$

$$A4 = -0.18713 \times 10^{-3}$$

$$A6 = 0.20435 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.29725 \times 10^{-6}$$

$$A10 = 0.47647 \times 10^{-7}$$

$$A12 = -0.36147 \times 10^{-8}$$

【0062】《実施例5》

$$f = 7.21 \sim 12.18 \sim 20.58, FNO = 3.30 \sim 4.20 \sim 5.77$$

15

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1= 45.228
d1= 2.284 N1=1.75450 ν 1= 51.57
r2= -86.518
d2= 0.200
r3= 77.495
d3= 1.000 N2=1.83400 ν 2= 37.05
r4= 6.369
d4= 2.813
r5= -26.185
d5= 1.000 N3=1.69100 ν 3= 54.75
r6= 27.593
d6= 0.488
r7= 13.377
d7= 2.339 N4=1.79850 ν 4= 22.60
r8= 471.427
d8= 18.183~8.747~3.159
r9= ∞ (SP)
d9= 1.500
r10= 6.539
d10= 3.144 N5=1.60311 ν 5= 60.74
r11= -50.182
d11= 1.240
r12*= 58.131
d12= 2.500 N6=1.84506 ν 6= 23.66
r13*= 8.071
d13= 0.923
r14= 18.741
d14= 1.808 N7=1.48749 ν 7= 70.44
r15= -41.403
d15= 5.597~11.182~20.621
r16= -46.450
d16= 2.500 N8=1.84666 ν 8= 23.82
r17= -23.885
d17= 1.000
r18= ∞
d18= 3.480 N9=1.51680 ν 9= 64.20
r19= ∞

【0063】[第12面(r12)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000$
 $A4 = -0.84595 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.93627 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.20290 \times 10^{-6}$
 $A10 = 0.95205 \times 10^{-7}$
 $A12 = -0.77924 \times 10^{-8}$

【0064】[第13面(r13)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000$
 $A4 = -0.14558 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.62395 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.21508 \times 10^{-5}$

(9) 特開2000-275520

16

A10= 0.14191×10^{-6}
A12= -0.19090×10^{-7}
【0065】《実施例6》
 $f = 8.24 \sim 13.02 \sim 20.58$, FNO=3.50~4.40~5.77
[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]
r1= -104.768
d1= 1.910 N1=1.75450 ν 1= 51.57
r2= -34.627
d2= 0.330
10 r3= -249.560
d3= 1.000 N2=1.77250 ν 2= 49.77
r4= 8.346
d4= 3.901
r5= 10.278
d5= 2.009 N3=1.79850 ν 3= 22.60
r6= 13.894
d6= 18.383~9.226~3.428
r7= ∞ (SP)
d7= 1.500
20 r8= 6.364
d8= 3.666 N4=1.58913 ν 4= 61.11
r9= -34.481
d9= 0.372
r10*= 22.684
d10= 2.500 N5=1.84506 ν 5= 23.66
r11*= 6.630
d11= 1.500
r12= 16.892
d12= 2.000 N6=1.85000 ν 6= 40.04
30 r13= 20.321
d13= 3.950~8.749~16.337
r14= 592.385
d14= 2.500 N7=1.75450 ν 7= 51.57
r15= -20.088
d15= 1.000
r16= ∞
d16= 3.480 N8=1.51680 ν 8= 64.20
r17= ∞

【0066】[第10面(r10)の非球面データ]

40 $\varepsilon = 1.0000$
 $A4 = -0.74706 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.15529 \times 10^{-4}$
 $A8 = 0.29404 \times 10^{-6}$
 $A10 = 0.83231 \times 10^{-7}$
 $A12 = -0.76175 \times 10^{-8}$

【0067】[第11面(r11)の非球面データ]

$\varepsilon = 1.0000$
 $A4 = -0.76105 \times 10^{-4}$
 $A6 = -0.23448 \times 10^{-5}$
50 $A8 = 0.35961 \times 10^{-5}$

A10= 0.19380×10⁻⁷

A12=-0.15717×10⁻⁷

*【0068】

*【表1】

《条件式対応値》

実施例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	FF/F1	FW/FF	FR/FN	FW/FC	(r1A+r1B)/(r1A-r1B)	FF/FPI	TR/FW	log×R
1	0.41	0.59	0.68	---	-0.21	0.45	1.29	11.2
2	0.32	0.60	0.71	---	0.03	0.49	1.42	11.4
3	0.29	0.56	0.70	---	1.70	0.44	1.29	12.4
4	0.31	0.54	0.71	---	1.74	0.44	1.25	12.2
5	0.34	0.54	0.78	0.13	-0.31	0.78	1.33	17.1
6	0.28	0.43	1.20	0.32	1.99	0.48	1.22	18.5

【0069】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、負・正で始まるズームレンズにおいて第1、第2レンズ群が適切なレンズ構成を有しているため、高い性能を保持しつつズームレンズの小型化及び低コスト化を達成することができる。そして、本発明をデジタルカメラのズームレンズに適用すれば、デジタルカメラのコンパクト化、低コスト化及び高性能化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。

【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。

【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。

【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。※

※【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。

【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。

【図7】実施例1の収差図。

【図8】実施例2の収差図。

【図9】実施例3の収差図。

【図10】実施例4の収差図。

【図11】実施例5の収差図。

【図12】実施例6の収差図。

【符号の説明】

Gr1 …第1レンズ群

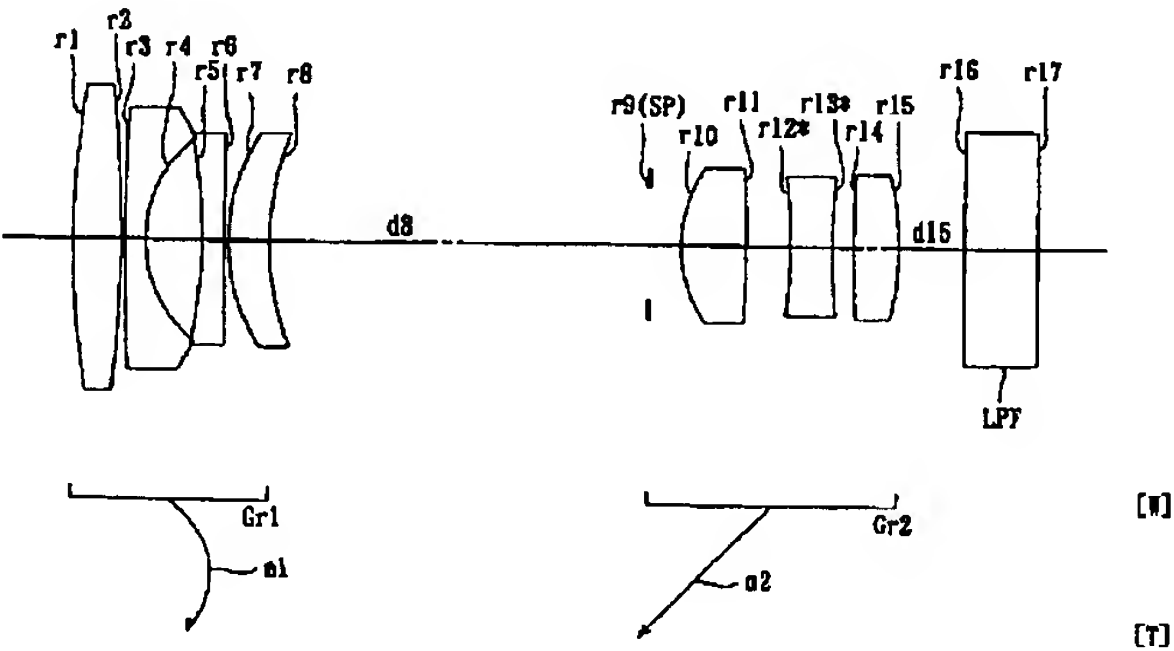
SP …絞り

Gr2 …第2レンズ群

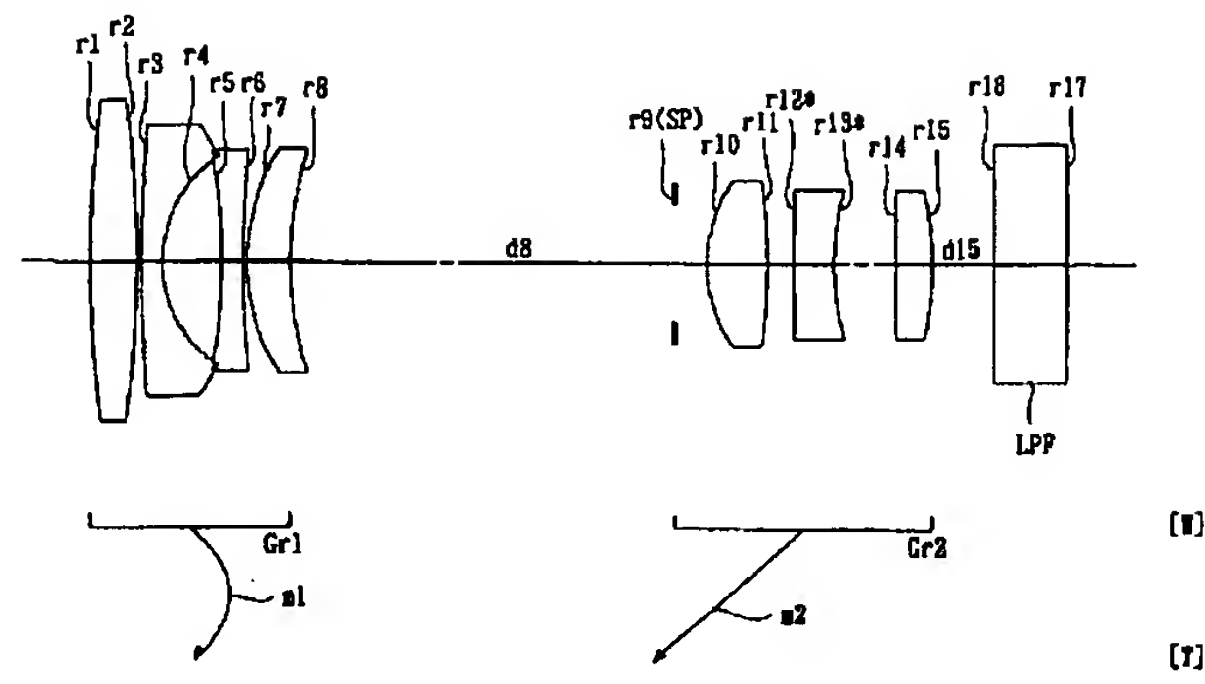
Gr3 …第3レンズ群

LPF …ローパスフィルター

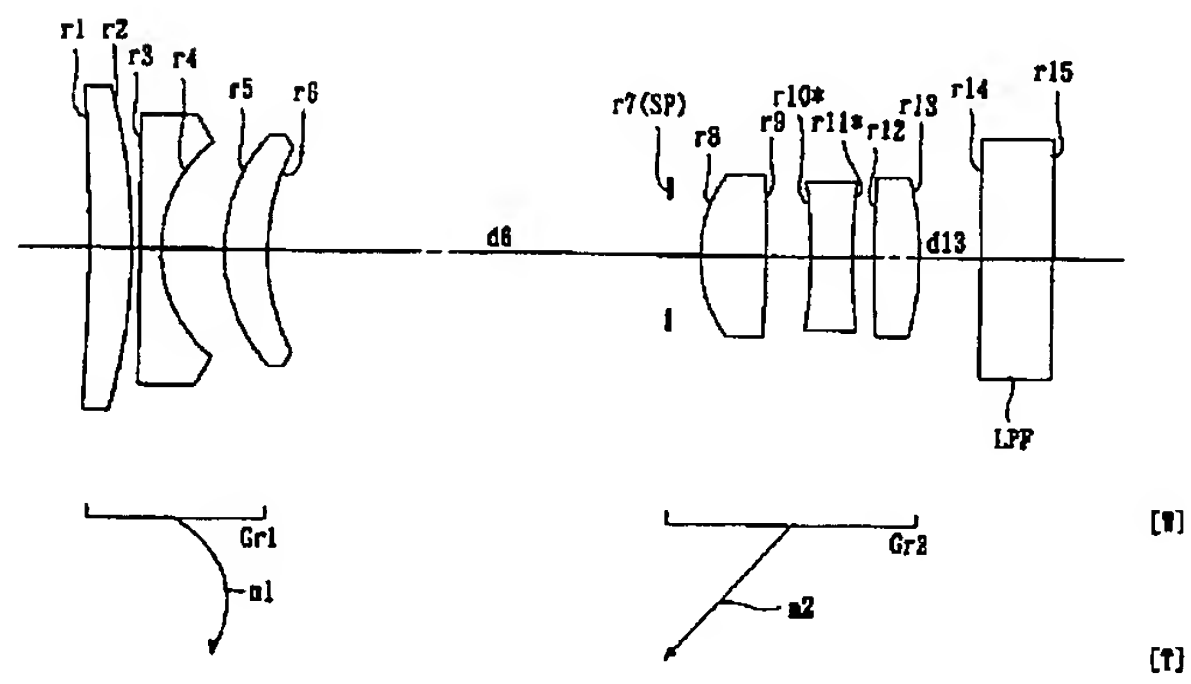
【図1】



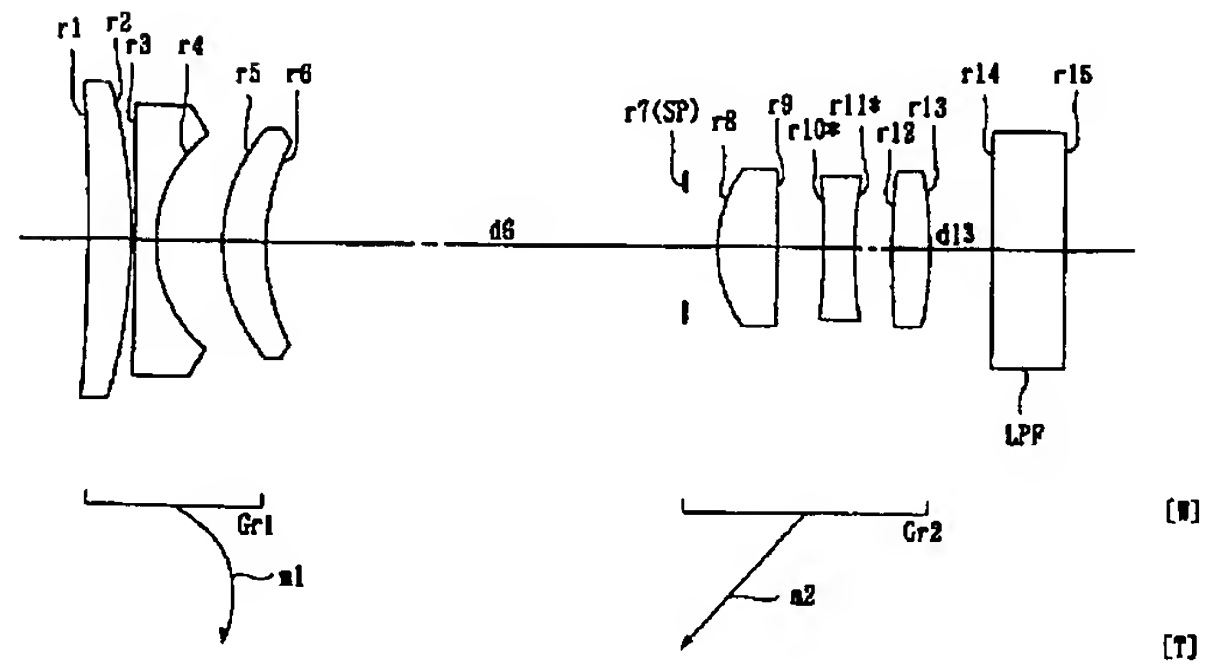
【図2】



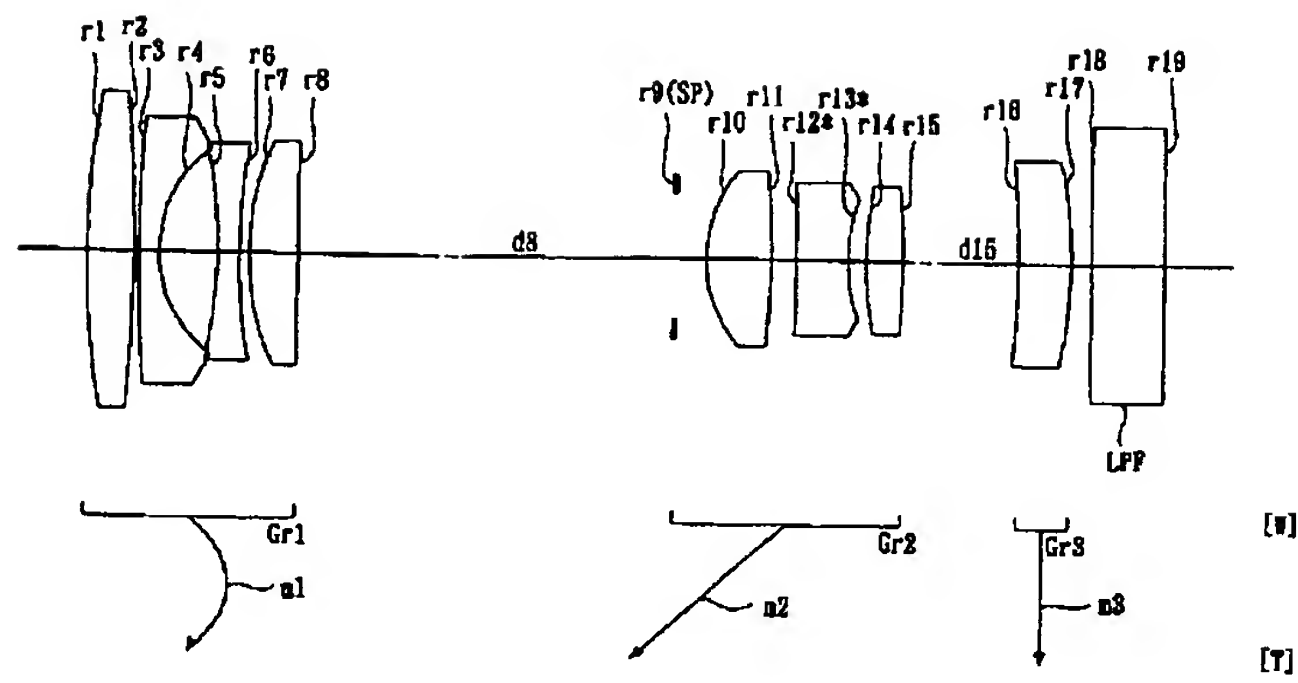
【図3】



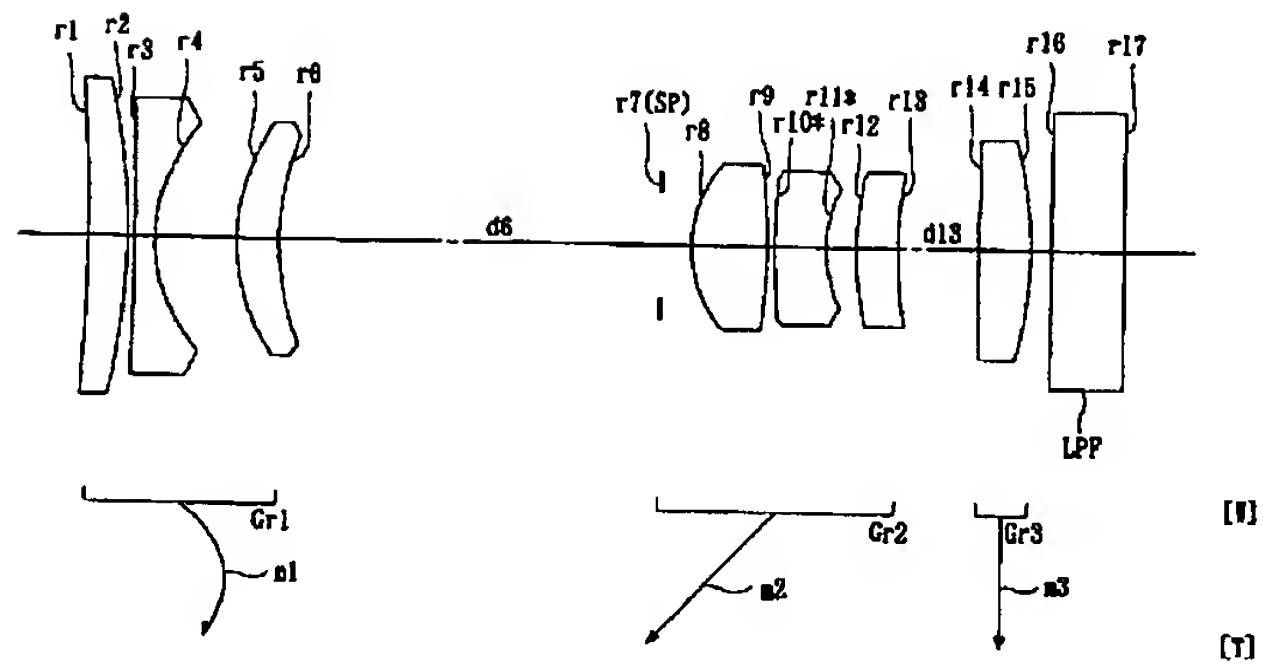
【図4】



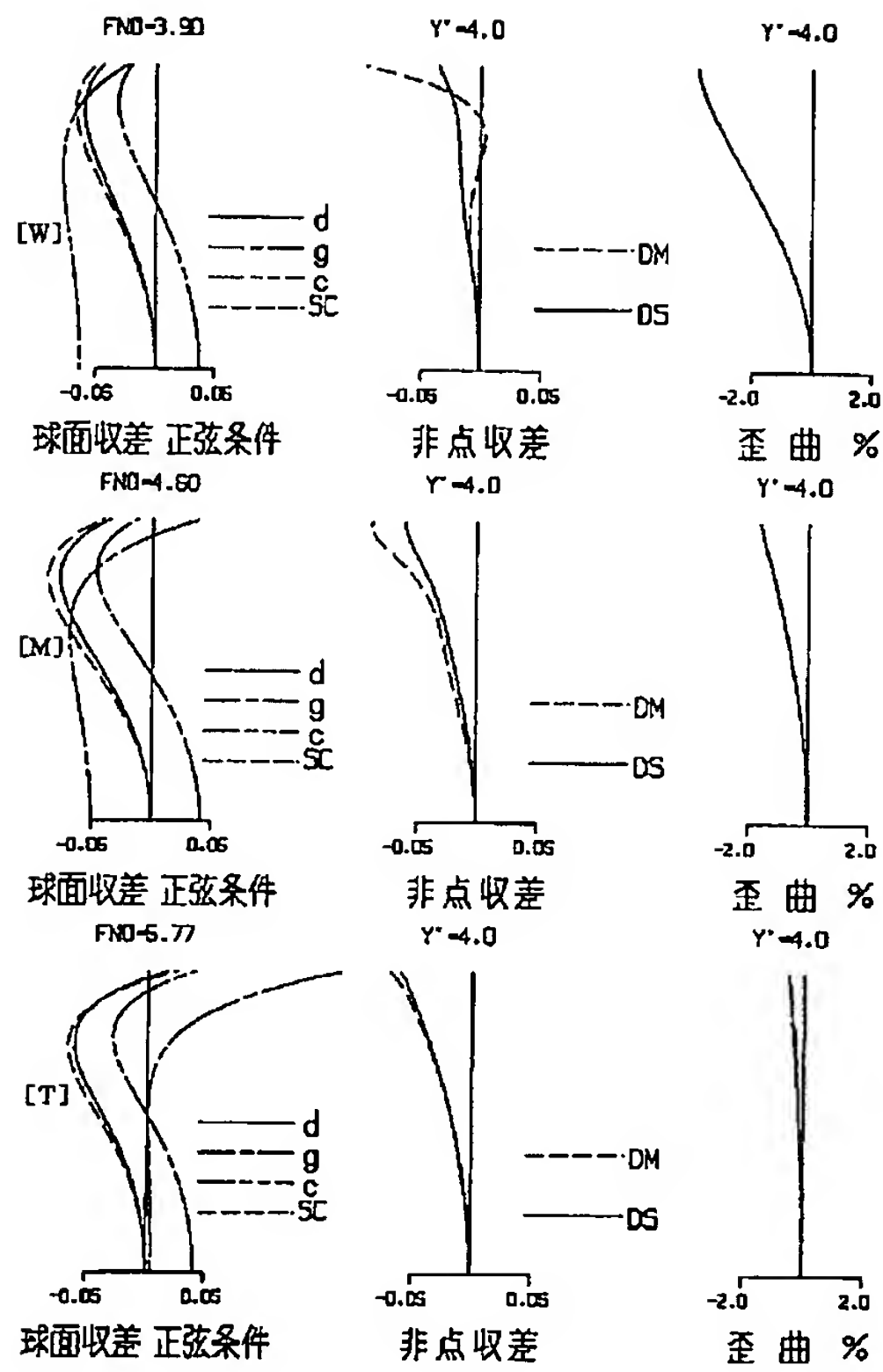
【図5】



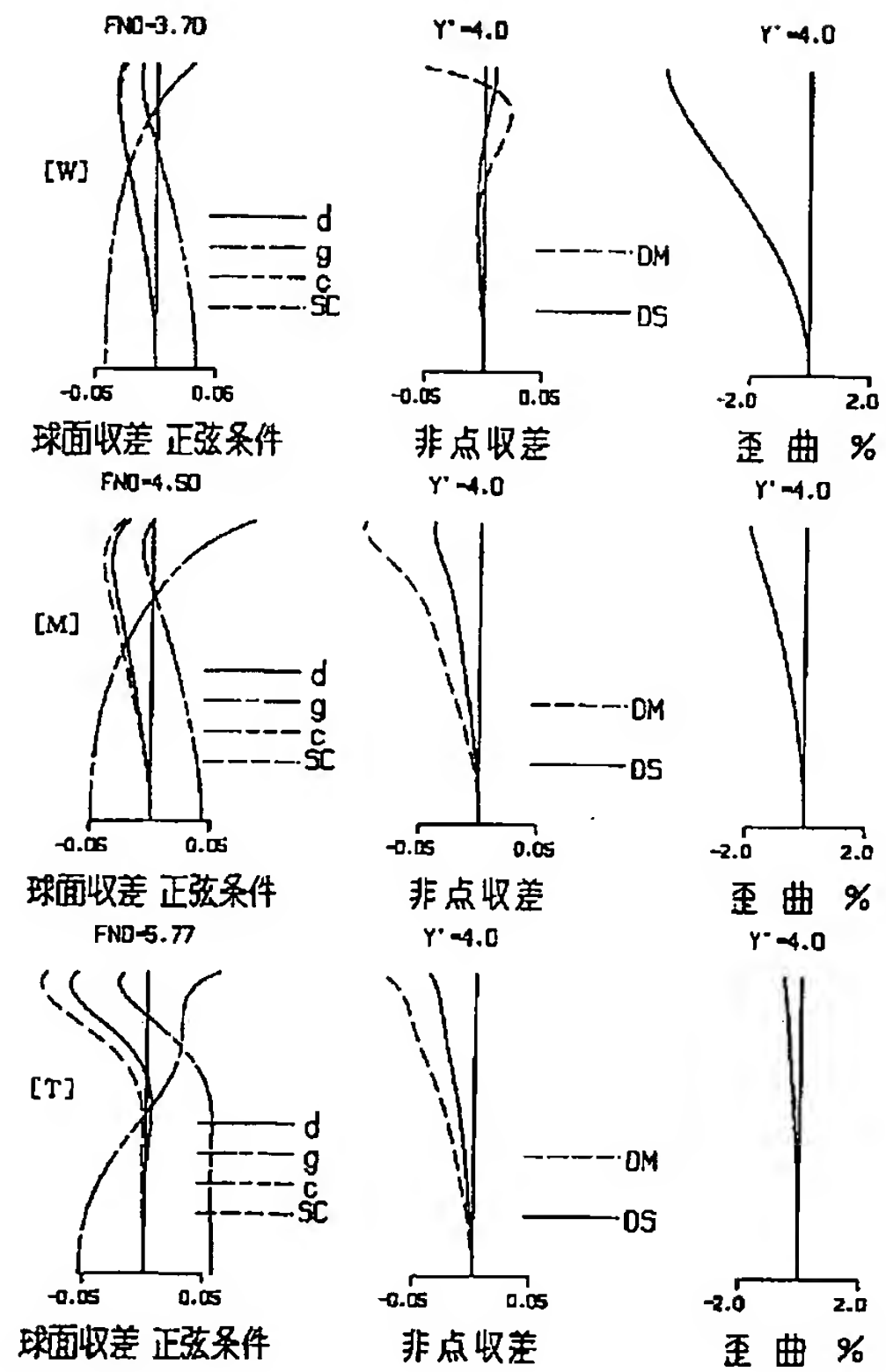
【図6】



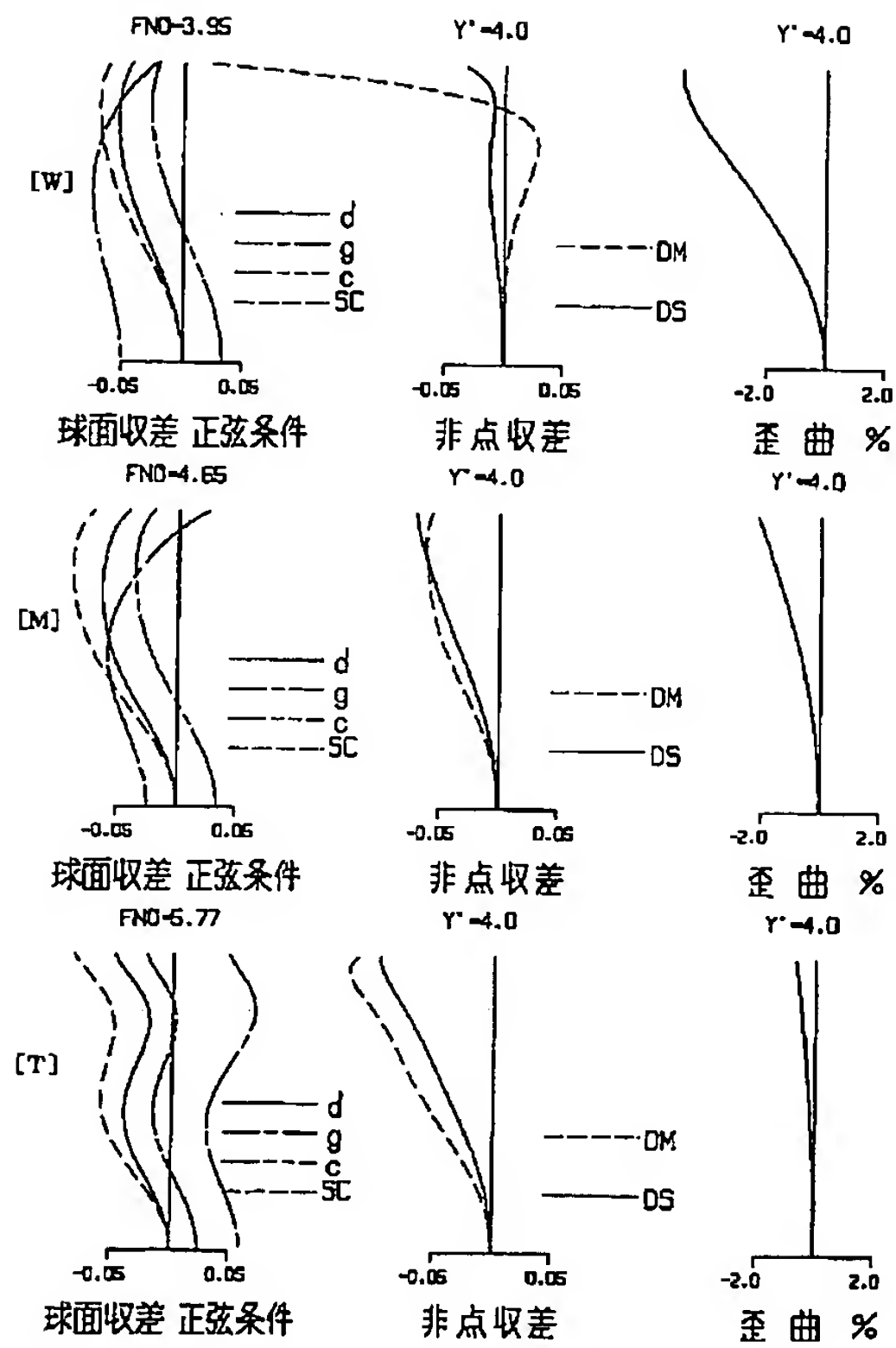
【図7】



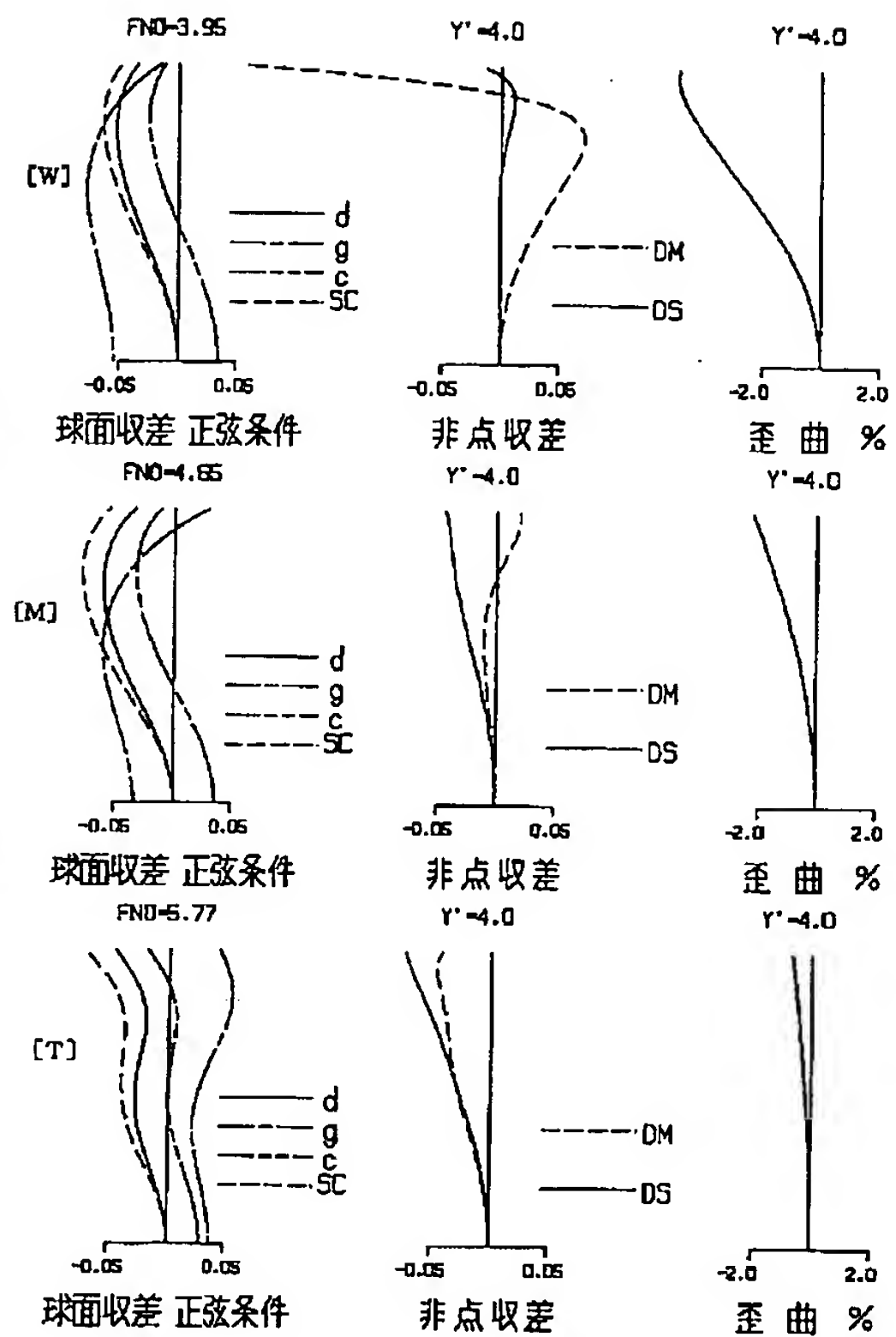
【図8】



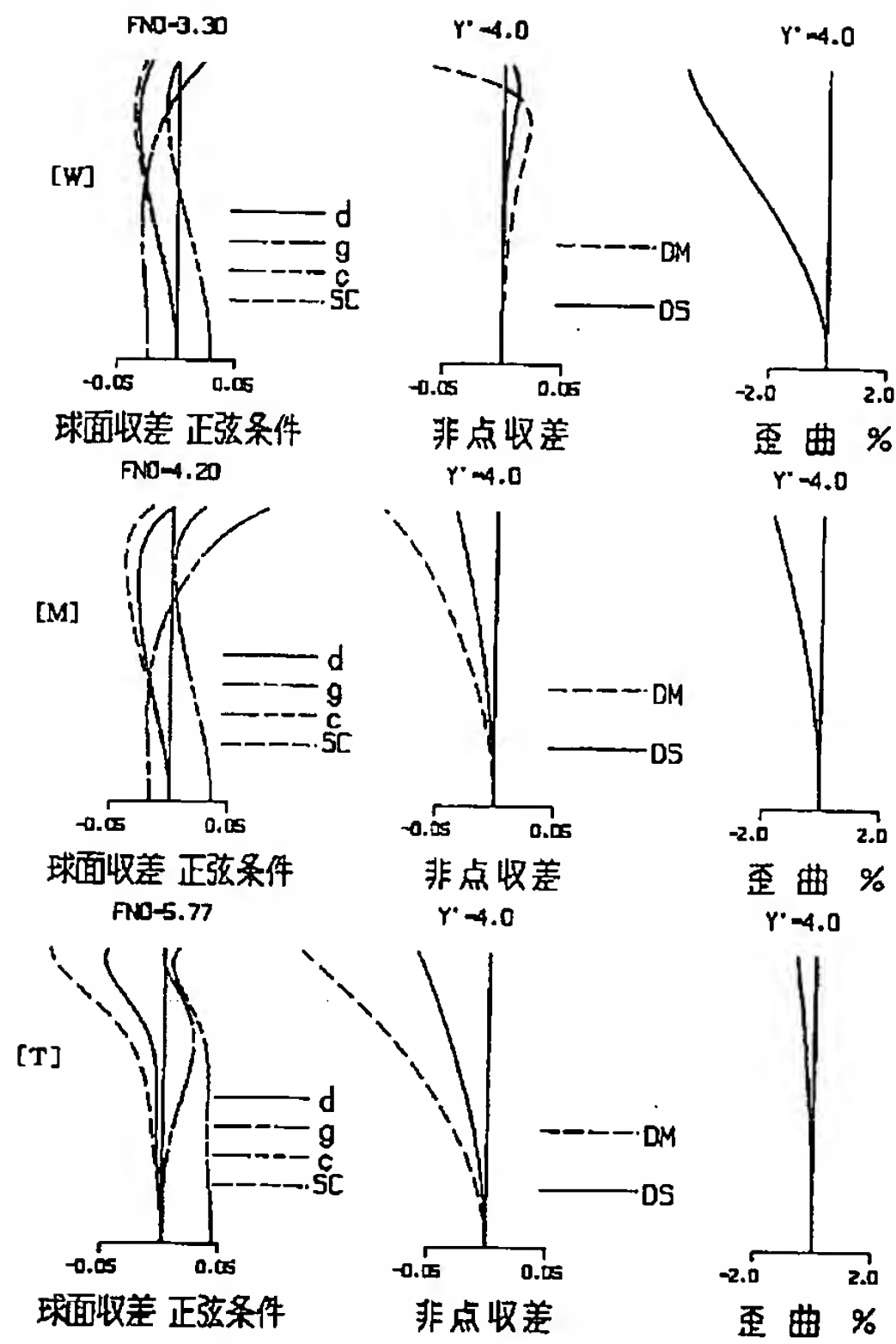
【図9】



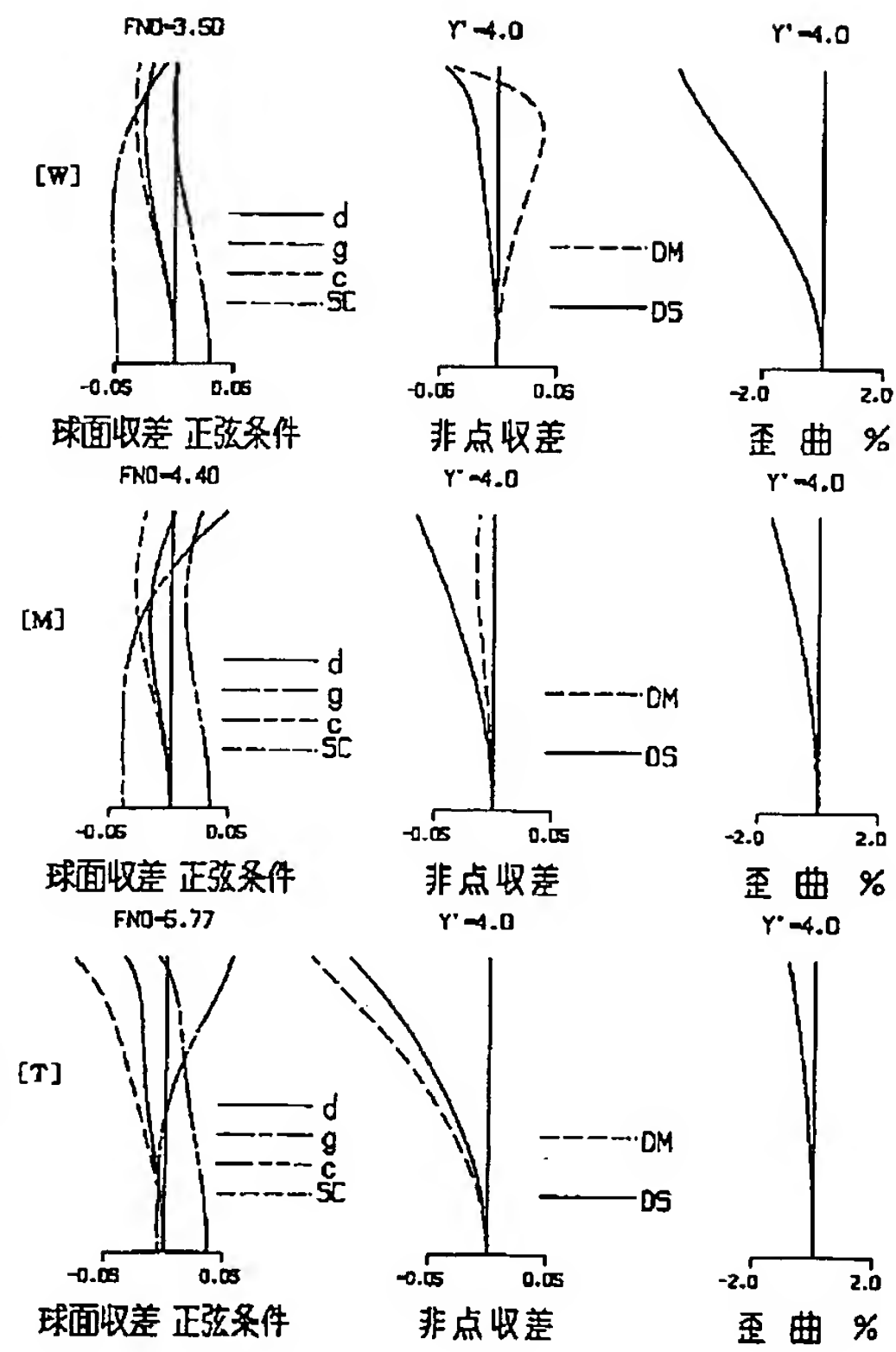
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 NA02 PA06 PA07 PA08
 PA17 PB06 PB07 PB08 QA02
 QA03 QA07 QA12 QA14 QA22
 QA25 QA26 QA32 QA34 QA41
 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12
 RA13 RA21 RA36 RA43 RA46
 SA07 SA09 SA14 SA16 SA19
 SA62 SA63 SA74 SB04 SB05
 SB14 SB22